

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2005 年 6 月 16 日 (16.06.2005)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2005/054646 A1

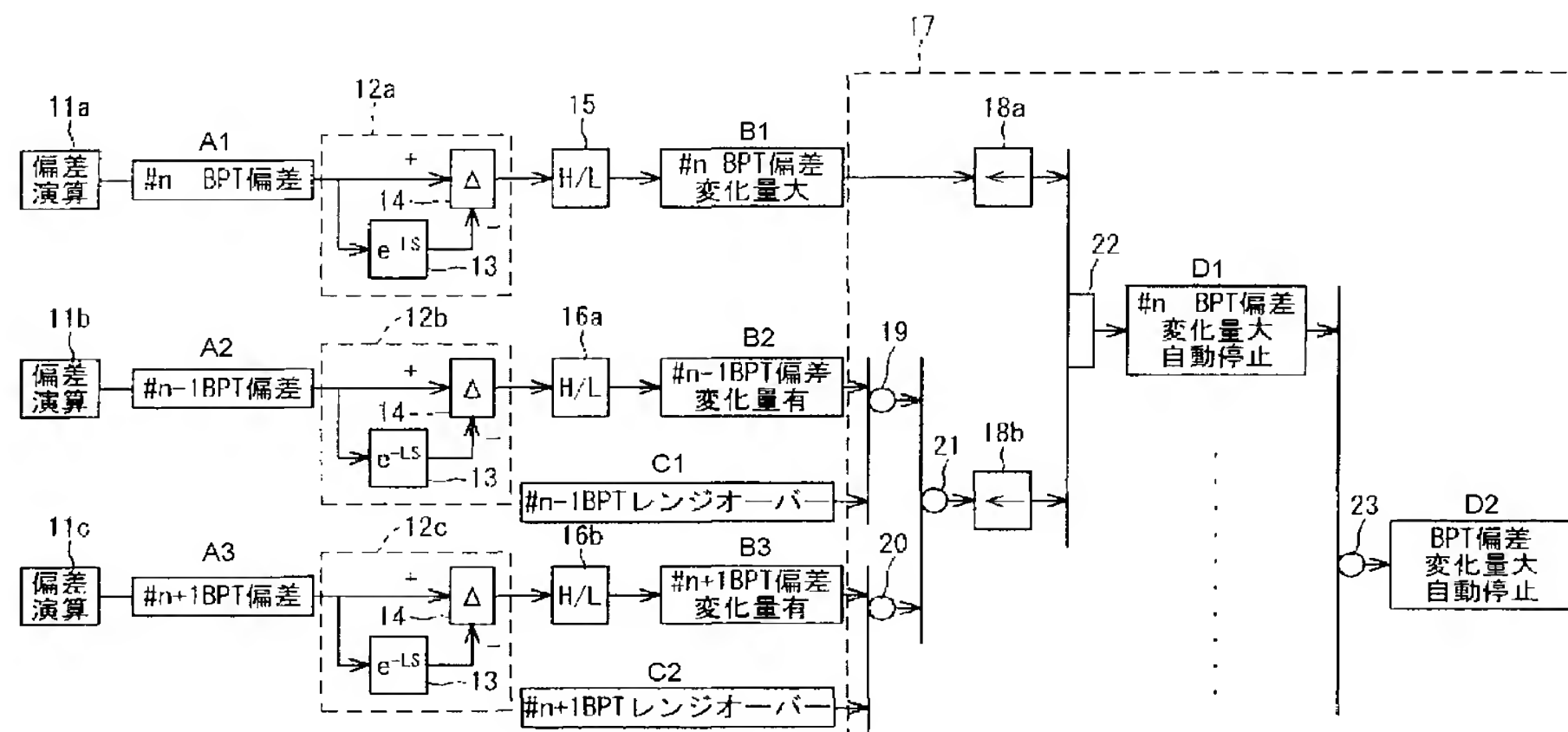
(51) 国際特許分類⁷: F02C 9/00, F01D 21/00
(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/017560
(22) 国際出願日: 2004 年 11 月 26 日 (26.11.2004)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ:
特願2003-402473 2003 年 12 月 2 日 (02.12.2003) JP
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱重工業株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 番 5 号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 田中聡史 (TANAKA, Satoshi) [JP/JP]; 〒6768686 兵庫県高砂市荒井町新浜 2 丁目 1 番 1 号 三菱重工業株式会社 高砂製作所内 Hyogo (JP). 森元敏光 (MORIMOTO, Toshimitsu) [JP/JP]; 〒6768686 兵庫県高砂市荒井町新浜 2 丁目 1 番 1 号 三菱重工業株式会社 高砂製作所内 Hyogo (JP). 永田承一 (NAGATA, Shouichi) [JP/JP]; 〒6768686 兵庫県高砂市荒井町新浜 2 丁目 1 番 1 号 三菱重工業株式会社 高砂製作所内 Hyogo (JP). 外山浩三 (TOYAMA, Kozo) [JP/JP]; 〒6768686 兵庫県高砂市荒井町新浜 2 丁目 1 番 1 号 三菱重工業株式会社 高砂製作所内 Hyogo (JP).
(74) 代理人: 光石俊郎, 外 (MITSUISHI, Toshiro et al.); 〒1070052 東京都港区赤坂一丁目 9 番 1 5 号 光石法律特許事務所 Tokyo (JP).

[続葉有]

(54) Title: GAS TURBINE PROTECTION DEVICE

(54) 発明の名称: ガスタービン保護装置



11a...DEFLECTION CALCULATION
11b...DEFLECTION CALCULATION
11c...DEFLECTION CALCULATION
A1...#n BPT DEFLECTION
A2...#n - 1BPT DEFLECTION
A3...#n + 1BPT DEFLECTION

B1...#n BPT DEFLECTION CHANGE AMOUNT LARGE
B2...#n - 1BPT DEFLECTION CHANGE AMOUNT EXISTING
B3...#n + 1BPT DEFLECTION CHANGE AMOUNT EXISTING
C1...#n - 1BPT RANGE OVER
C2...#n + 1BPT RANGE OVER
D1...#n BPT DEFLECTION CHANGE AMOUNT-LARGE AUTOMATIC STOP
D2...BPT DEFLECTION CHANGE AMOUNT-LARGE AUTOMATIC STOP

(57) Abstract: There is provided a gas turbine protection device capable of outputting a gas turbine protection signal only when a burner is in an abnormal state without increasing the number of temperature sensors such as thermocouples. For this, a BPT deflection change amount-large automatic stop signal is outputted when the BPT deflection change amount of one of the thermocouples exceeds a BPT deflection change-large set value so that a judgment unit (15) outputs a BPT deflection change amount-large signal and the BPT deflection change amount of one of the thermocouples arranged at the adjacent both sides of the aforementioned thermocouple exceeds a BPT deflection change amount-existing set value so that judgment units (16a, 16b) output a BPT deflection change amount-existing signal. Alternatively, a BPT deflection-large automatic stop or a trip signal is outputted when the BPT deflection of one of the thermocouples exceeds a BPT deflection-large set value so that the judgment unit outputs a BPT deflection-large signal and the BPT deflection of one of the thermocouples arranged at the adjacent both sides of the aforementioned thermocouple exceeds a BPT deflection-existing set value so that the judgment unit outputs a BPT deflection-existing signal.

[続葉有]

WO 2005/054646 A1



(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY,

KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約: 熱電対など温度センサの個数を増やすことなく、燃焼器が異常のときにのみガスタービン保護信号を出力することができるガスタービン保護装置を提供する。そのため、何れかの熱電対のBPT偏差変化量がBPT偏差変化量大設定値を越えて判定部(15)からBPT偏差変化量大信号が出力され、且つ、前記熱電対に隣接する両側の熱電対の何れかのBPT偏差変化量がBPT偏差変化量有設定値を越えて判定部(16a, 16b)からBPT偏差変化量有信号が出力されたとき、BPT偏差変化量大自動停止信号を出力する構成とする。或いは、何れかの熱電対のBPT偏差がBPT偏差大設定値を越えて判定部からBPT偏差大信号が出力され、且つ、前記熱電対に隣接する両側の熱電対の何れかのBPT偏差がBPT偏差有設定値を越えて判定部からBPT偏差有信号が出力されたとき、BPT偏差大自動停止又はトリップ信号を出力する。

明 細 書

ガスタービン保護装置

技術分野

[0001] 本発明はガスタービン保護装置に関する。

背景技術

[0002] ガスタービンは、円環状に配設された複数の燃焼器を有しており、これらの燃焼器の燃焼ガスをタービン本体のタービンブレード（静翼及び動翼）部分に流すことによって、タービン本体を回転させる構成となっている。そして、このガスタービンの運転中には全て燃焼器が正常に動作する必要がある。

[0003] このため、ガスタービンの運転中には1つ又はそれ以上の燃焼器に失火や燃料噴射ノズルのつまりなどの異常が発生しているか否かを常に監視し、燃焼器に異常が発生したと判断した場合には即座にガスタービンを自動停止又はトリップさせて、ガスタービンを保護する必要がある。

[0004] このため、タービンブレード出口（燃焼ガスの流れ方向の下流側）には、燃焼器の個数と同数又はそれ以上の本数の熱電対を円環状に配置し（図1参照：詳細後述）、これらの熱電対によってタービンブレード出口における燃焼ガスの温度（ブレードパス温度）を計測するようになっている。そして、ガスタービン保護装置では、これらの熱電対のブレードパス温度計測値に基づき、ガスタービン保護信号としてガスタービン自動停止信号又はガスタービントリップ信号を出力する。ガスタービン保護装置からガスタービン自動停止信号が出力された場合、燃料供給装置では燃焼器に供給する燃料を徐々に低減して負荷を下げることでガスタービン本体を自動停止させる。ガスタービン保護装置からガスタービントリップ信号が出力された場合、燃料供給装置では燃焼器への燃料供給を瞬時に遮断してガスタービンをトリップ（緊急停止）させる。

[0005] 仮に何れか1個の燃焼器に異常が発生した場合、当該異常燃焼器に該当するブレードパス温度のみが、他の燃焼器に該当するブレードパス温度と比較して、偏差（平均値との差）が大きくなる、もしくは、変化量（変化率）が大きくなるため、当該異常燃

焼器の異常を検知することができる。そこで、ガスタービン保護装置では、何れかの熱電対のブレードパス温度計測値から得られるブレードパス温度偏差がブレードパス温度偏差大設定値を越えたとき、もしくは前記ブレードパス温度偏差の変化量がブレードパス温度偏差変化量大設定値を越えたときにガスタービン自動停止信号又はガスタービントリップ信号を出力するインターロックロジックを有している。

[0006] なお、各燃焼器の燃焼ガスのブレードパス温度は、各燃焼器に対応したタービンプレード出口位置において計測されるのではなく、各燃焼器からタービン本体の回転方向に燃焼器数個分だけ周方向にずれた角度のタービンプレード出口位置において計測される。このようなブレードパス温度のずれはスワール角度と称されており、負荷の大きさによって異なるが、例えば2.7個である。スワール角度が2.7個の場合、異常な燃焼器の燃焼ガスのブレードパス温度は、当該異常燃焼器に対応したタービンプレード出口位置に配置された熱電対ではなく、この熱電対から2個分又は3個分だけ周方向にずれたタービンプレード出口位置に配置された熱電対によって計測されることになる。

[0007] 特許文献1には、燃焼器の燃焼ガスのブレードパス温度をタービンプレード出口に配設した熱電対によって計測し、この熱電対のブレードパス温度計測値をガスタービン制御に用いた例が開示されている。

特許文献1:特開平6-264761号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0008] しかしながら、上記従来のタービン保護装置では、燃焼器が異常になった場合には確実にタービン本体を自動停止又はトリップさせて保護することができるものの、熱電対が異常になった場合には誤ってタービン本体を自動停止又はトリップさせてしまうおそれがある。即ち、熱電対の保護管(シース)が削られること、熱電対の素線間の絶縁不良が生じること、熱電対の取り付け金具が緩んで計測点が正規位置からずれることなどによって、熱電対のブレードパス温度計測値が異常になったときには、誤って、ガスタービン保護装置のインターロックが働いてタービン本体を自動停止又はトリップさせてしまうことがある。

[0009] この対策としては、燃焼器個数の3倍の本数の熱電対を設置して、各3本の熱電対のブレードパス温度計測値の中間値を選択して、前記インターロックを作動させるという方法がある。しかしながら、燃焼器個数の3倍もの熱電対をタービンブレード出口に取り付けることは、取り付け場所的にも不可能であり、また、取り付け場所を確保できたとしてもかなりのコストがかかる。

[0010] 従って本発明は上記の事情に鑑み、熱電対など温度センサの個数を増やすことなく、燃焼器が異常のときにのみガスタービン保護信号(自動停止信号、トリップ信号)を出力することができるガスタービン保護装置を提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0011] 何れかの燃焼器に異常が発生した場合には、1本の熱電対のブレードパス温度計測値が変化して、他の熱電対のブレードパス温度計測値には全く変化がみられないというケースはなく、少なくとも前記1本の熱電対に隣接する熱電対のブレードパス温度計測値には必ず変化が現れる。例えば、スワール角度が2.7個であれば、当該異常燃焼器に対応する位置の熱電対から2個ずれた位置の熱電対のブレードパス温度計測値と、3個ずれた位置の熱電対のブレードパス温度計測値とに変化が発生する。これに対し、燃焼器には異常がなく、何れかの熱電対に異常が発生した場合には、当該異常熱電対のブレードパス温度計測値のみが異常に変化することになる。本発明はかかる知見に着目してなされたものであり、次のような構成を有する。

[0012] 即ち、上記課題を解決する第1発明のガスタービン保護装置は、円環状に配置された複数個の燃焼器の燃焼ガスのブレードパス温度を、タービンブレード出口に少なくとも前記燃焼器の個数と同数で円環状に配置された温度センサによって計測し、これらの温度センサのブレードパス温度計測値に基づいてガスタービン保護信号を出力するガスタービン保護装置において、

前記ブレードパス温度計測値の平均値と、各温度センサのブレードパス温度計測値との差を演算して、各温度センサのブレードパス温度偏差を求める温度偏差演算部と、

この温度偏差演算部で演算した各温度センサのブレードパス温度偏差に基づき、各温度センサのブレードパス温度偏差変化量を演算する温度偏差変化量演算部と

、

この温度偏差変化量演算部で演算した各温度センサのブレードパス温度偏差変化量と、ブレードパス温度偏差変化量大設定値とを比較して、各温度センサのブレードパス温度偏差変化量が前記ブレードパス温度偏差変化量大設定値を越えたときにブレードパス温度偏差変化量大信号を出力する温度偏差変化量大判定部と、

前記温度偏差変化量演算部で演算した各温度センサのブレードパス温度偏差変化量と、前記ブレードパス温度偏差変化量大設定値よりも小さいブレードパス温度偏差変化量有設定値とを比較して、各温度センサのブレードパス温度偏差変化量が前記ブレードパス温度偏差変化量有設定値を越えたときにブレードパス温度偏差変化量有信号を出力する温度偏差変化量有判定部と、

何れかの温度センサのブレードパス温度偏差変化量が前記ブレードパス温度偏差変化量大設定値を越えて前記温度偏差変化量大判定部からブレードパス温度偏差変化量大信号が出力され、且つ、前記何れかの温度センサに隣接する両側の温度センサの何れかのブレードパス温度偏差変化量が前記ブレードパス温度偏差変化量有設定値を越えて前記温度偏差変化量有判定部からブレードパス温度偏差変化量有信号が出力されたとき、前記ガスタービン保護信号を出力する保護信号出力部とを有することを特徴とする。

[0013] また、第2発明のガスタービン保護装置は、第1発明のガスタービン保護装置において、前記保護信号出力部は、前記温度偏差変化量大判定部から出力されるブレードパス温度偏差変化量大信号がOFFする時間を遅延させる第1のオフディレイタイマ部と、

前記温度偏差変化量有判定部から出力されるブレードパス温度偏差変化量有信号がOFFする時間を遅延させる第2のオフディレイタイマ部とを有することを特徴とする。

[0014] また、第3発明のガスタービン保護装置は、第1又は第2発明のガスタービン保護装置において、

前記保護信号出力部では、前記何れかの温度センサのブレードパス温度偏差変化量が前記ブレードパス温度偏差変化量大設定値を越えて前記温度偏差変化量大

判定部からブレードパス温度偏差変化量大信号が出力され、且つ、前記何れかの温度センサに隣接する両側の温度センサの何れかがレンジオーバーとなったときにも、前記ガスタービン保護信号を出力することを特徴とする。

[0015] また、第4発明のガスタービン保護装置は、円環状に配置された複数個の燃焼器の燃焼ガスのブレードパス温度を、タービンブレード出口に少なくとも前記燃焼器の個数と同数で円環状に配置された温度センサによって計測し、これらの温度センサのブレードパス温度計測値に基づいてガスタービン保護信号を出力するガスタービン保護装置において、

前記ブレードパス温度計測値の平均値と、各温度センサのブレードパス温度計測値との差を演算して、各温度センサのブレードパス温度偏差を求める温度偏差演算部と、

この温度偏差演算部で演算した各温度センサのブレードパス温度偏差と、ブレードパス温度偏差大設定値とを比較して、各温度センサのブレードパス温度偏差が前記ブレードパス温度偏差大設定値を越えたときにブレードパス温度偏差大信号を出力する温度偏差大判定部と、

前記温度偏差演算部で演算した各温度センサのブレードパス温度偏差と、前記ブレードパス温度偏差大設定値よりも小さいブレードパス温度偏差有設定値とを比較して、各温度センサのブレードパス温度偏差が前記ブレードパス温度偏差有設定値を越えたときにブレードパス温度偏差有信号を出力する温度偏差有判定部と、

何れかの温度センサのブレードパス温度偏差が前記ブレードパス温度偏差大設定値を越えて前記温度偏差大判定部からブレードパス温度偏差大信号が出力され、且つ、前記何れかの温度センサに隣接する両側の温度センサの何れかのブレードパス温度偏差が前記ブレードパス温度偏差有設定値を越えて前記温度偏差有判定部からブレードパス温度偏差有信号が出力されたとき、前記ガスタービン保護信号を出力する保護信号出力部とを有することを特徴とする。

[0016] また、第5発明のガスタービン保護装置は、第4発明のガスタービン保護装置において、前記温度偏差演算部で演算したブレードパス温度偏差に基づき、各温度センサのブレードパス温度偏差変化量を演算する温度偏差変化量演算部と、

この温度偏差変化量演算部で演算した各温度センサのブレードパス温度偏差変化量と、ブレードパス温度偏差変化量有設定値とを比較して、各温度センサのブレードパス温度偏差変化量が前記ブレードパス温度偏差変化量有設定値を越えたときにブレードパス温度偏差変化量有信号を出力する温度偏差変化量有判定部とを有し、

前記保護信号出力部では、前記何れかの温度センサのブレードパス温度偏差が前記ブレードパス温度偏差大設定値を越えて前記温度偏差大判定部からブレードパス温度偏差大信号が出力され、且つ、前記何れかの温度センサに隣接する両側の温度センサの何れかのブレードパス温度偏差変化量が前記ブレードパス温度偏差変化量有設定値を越えて前記温度偏差変化量有判定部からブレードパス温度偏差変化量有信号が出力されたときにも、前記ガスタービン保護信号を出力することを特徴とする。

[0017] また、第6発明のガスタービン保護装置は、第4又は第5発明のガスタービン保護装置において、

前記保護信号出力部は、前記温度偏差変化量有判定部から出力されるブレードパス温度偏差変化量有信号がOFFする時間を遅延させるオフディレイタイマ部を有することを特徴とする。

[0018] また、第7発明のガスタービン保護装置は、第4、第5又は第6発明のガスタービン保護装置において、

前記保護信号出力部では、前記何れかの温度センサのブレードパス温度偏差が前記ブレードパス温度偏差大設定値を越えて前記温度偏差大判定部からブレードパス温度偏差大信号が出力され、且つ、前記何れかの温度センサに隣接する両側の温度センサの何れかがレンジオーバーとなったときにも、前記ガスタービン保護信号を出力することを特徴とする。

発明の効果

[0019] 第1発明のガスタービン保護装置によれば、何れかの温度センサのブレードパス温度偏差変化量がブレードパス温度偏差変化量大設定値を越えて温度偏差変化量大判定部からブレードパス温度偏差変化量大信号が出力され、且つ、前記何れかの温

度センサに隣接する両側の温度センサの何れかのブレードパス温度偏差変化量がブレードパス温度偏差変化量有設定値を越えて温度偏差変化量有判定部からブレードパス温度偏差変化量有信号が出力されたとき、ガスタービン保護信号を出力するため、温度センサを増やすことなく、温度センサが異常になったときに誤ってガスタービン保護信号を出力するのを防止することができ、燃焼器が異常になったときにのみガスタービン保護信号を出力してタービン本体を保護することができる。このため、安定してガスタービンを運転することが可能となる。

[0020] また、第2発明のガスタービン保護装置によれば、温度偏差変化量大判定部から出力されるブレードパス温度偏差変化量大信号がOFFする時間を遅延させる第1のオフディレイタイマ部と、温度偏差変化量有判定部から出力されるブレードパス温度偏差変化量有信号がOFFする時間を遅延させる第2のオフディレイタイマ部とを有するため、この第1のオフディレイタイマ部と第2のオフディレイタイマ部によってブレードパス温度偏差変化量大信号とブレードパス温度偏差変化量有信号の出力タイミングのずれを防止することができ、確実にガスタービン保護信号を出力することができる。

[0021] また、第3発明のガスタービン保護装置によれば、何れかの温度センサのブレードパス温度偏差変化量がブレードパス温度偏差変化量大設定値を越えて前記温度偏差変化量大判定部からブレードパス温度偏差変化量大信号が出力され、且つ、前記何れかの温度センサに隣接する両側の温度センサの何れかがレンジオーバーとなったときにも、ガスタービン保護信号を出力するため、前記両側の温度センサが異常でレンジオーバーになって判定不能になったときにも、ガスタービン保護信号を出力することができる。

[0022] また、第4発明のガスタービン保護装置によれば、何れかの温度センサのブレードパス温度偏差がブレードパス温度偏差大設定値を越えて温度偏差大判定部からブレードパス温度偏差大信号が出力され、且つ、前記何れかの温度センサに隣接する両側の温度センサの何れかのブレードパス温度偏差がブレードパス温度偏差有設定値を越えて温度偏差有判定部からブレードパス温度偏差有信号が出力されたとき、ガスタービン保護信号を出力するため、温度センサを増やすことなく、温度センサ

が異常になったときに誤ってガスタービン保護信号を出力するのを防止することができ、燃焼器が異常になったときにのみガスタービン保護信号を出力してタービン本体を保護することができる。このため、安定してガスタービンを運転することが可能となる。

[0023] また、第5発明のガスタービン保護装置によれば、何れかの温度センサのブレードパス温度偏差がブレードパス温度偏差大設定値を越えて温度偏差大判定部からブレードパス温度偏差大信号が出力され、且つ、前記何れかの温度センサに隣接する両側の温度センサの何れかのブレードパス温度偏差変化量がブレードパス温度偏差変化量有設定値を越えて温度偏差変化量有判定部からブレードパス温度偏差変化量有信号が出力されたときにも、ガスタービン保護信号を出力するため、例えば前記隣接する両側の温度センサのブレードパス温度計測値が平均値よりも高いような場合であっても、早期にガスタービン保護信号を出力することができる。

[0024] また、第6発明のガスタービン保護装置によれば、温度偏差変化量有判定部から出力されるブレードパス温度偏差変化量有信号がOFFする時間を遅延させるオフディレイタイマ部を有するため、このオフディレイタイマ部によってブレードパス温度偏差大信号に対するブレードパス温度偏差変化量有信号の出力タイミングのずれを防止ことができ、確実にガスタービン保護信号を出力することができる。

[0025] また、第7発明のガスタービン保護装置によれば、何れかの温度センサのブレードパス温度偏差がブレードパス温度偏差大設定値を越えて温度偏差大判定部からブレードパス温度偏差大信号が出力され、且つ、前記何れかの温度センサに隣接する両側の温度センサの何れかがレンジオーバーとなったときにも、ガスタービン保護信号を出力するため、前記両側の温度センサが異常でレンジオーバーになって判定不能になったときにも、ガスタービン保護信号を出力することができる。

図面の簡単な説明

[0026] [図1](a)は本発明の実施の形態に係るガスタービン保護装置を備えたガスタービンの概要図、(b)は燃焼器と熱電対の位置関係を示す説明図((a)のA方向矢視図)である。

[図2]前記ガスタービン保護装置におけるブレードパス温度偏差変化量大のインター

ロックロジック図である。

[図3]前記ガスタービン保護装置におけるブレードパス温度偏差大のインターロックロジック図である。

[図4]ブレードパス温度偏差変化量とブレードパス温度偏差変化量大設定値との関係を示す説明図である。

[図5]前記ブレードパス温度偏差変化量大インターロックロジックの動作説明図である。

[図6]前記ブレードパス温度偏差大インターロックロジックの動作説明図である。

符号の説明

- [0027] 1 ガスタービン、2 タービン本体、3a タービンブレード(静翼)、3b タービンブレード(動翼)、4 燃焼器、5 熱電対、6 ガスタービン保護装置、7 燃料供給装置、11a, 11b, 11c 温度偏差演算部、12a, 12b, 12c 温度偏差変化量演算部、13 むだ時間演算部、14 減算部、15 温度偏差変化量大判定部、16a, 16b 温度偏差変化量有判定部、17 保護信号出力部、18a, 18b オフディレイタイマ部、19, 20, 21 ORロジック部、22 ANDロジック部、23 ORロジック部、31 温度偏差大判定部、32a, 32b 温度偏差有判定部、33 保護信号出力部、34a, 34b オフディレイタイマ部、35, 36, 37 ORロジック部、38 ANDロジック部、39 ORロジック部

発明を実施するための最良の形態

[0028] 以下、本発明の実施の形態例を図面に基づき詳細に説明する。

[0029] 図1(a)及び図1(b)に示すように、ガスタービン1は、タービン本体3のタービンブレード(静翼、動翼)3a, 3bの入口(燃焼ガスの流れ方向の上流側)に複数個(図示例では14個)の燃焼器4を有し、タービンブレード3a, 3bの出口(燃焼ガスの流れ方向の下流側)に温度センサとして複数本(図示例では燃焼器個数と同数の14本)の熱電対5を有している。これらの熱電対5のブレードパス温度(以下、BPTと称する)計測信号はガスタービン保護装置7に入力される。

[0030] ガスタービン保護装置7では、詳細は後述するが、前記BPT計測信号に基づき、ガスタービン保護信号としてBPT偏差変化量大自動停止信号、BPT偏差大自動停止

信号、及び、BPT偏差大トリップ信号を出力する。ガスタービン保護装置7からBPT偏差変化量大自動停止信号又はBPT偏差大自動停止信号が出力された場合には、燃料供給装置6において燃焼器4への燃料供給量を徐々に低減して負荷を下げることで、タービン本体2を自動停止させる。また、ガスタービン保護装置7からBPT偏差大トリップ信号が出力された場合には、燃料供給装置6において燃焼器4への燃料供給量を瞬時に遮断することにより、タービン本体2をトリップ(緊急停止)させる。

[0031] 燃焼器4は円環状に等間隔に配置されており、燃料供給装置6から供給される燃料を図示しない圧縮機から供給される圧縮空気と混合して燃焼することにより燃焼ガスを発生する。そして、この各燃焼器4の燃焼ガスがタービンプレード入口からタービンプレード3a, 3b部に導入されてタービンプレード3a, 3b部を流れることにより、タービン本体2が回転する。その後、各燃焼器4の燃焼ガスはタービンプレード出口から排出されるが、このときのタービンプレード出口における燃焼ガス温度(BPT)が各熱電対4によって計測される。

[0032] 熱電対5は、図1(b)に示すように燃焼器4の設置位置(周方向位置)に対応して、等間隔に円環状に配置されている。なお、各燃焼器4には、説明の便宜上、#1〜#14の番号を付している。この場合、例えば#1の熱電対5と対応した位置の燃焼器4が異常になった場合、タービン本体2の回転方向が矢印B方向であるとする、スワール角度が例えば2.7個であれば、当該異常燃焼器4の燃焼ガス温度(BPT)の変化が、2個分ずれた位置に配置された#3の熱電対5のBPT計測値と、3個分ずれた位置に配置された#4の熱電対5のBPT計測値とに表れることになる。

[0033] そこで、ガスタービン保護装置7では、このことを利用してインターロックの誤作動を防止するため、図2及び図3に示すようなインターロックロジックを有している。ガスタービン保護装置7はコンピュータを備えており、図2に示すBPT偏差変化量大インターロックロジック及び図3に示すBPT偏差大インターロックロジックを前記コンピュータのソフトウェアとして有している。なお、必ずしもソフトウェアに限定するものではなく、ハードウェアで前記インターロックロジックを構成してもよい。

[0034] なお、図2及び図3に示すインターロックロジックは全ての熱電対5(BPT計測値)に対して設けられるが、図2及び図3では、そのうちの1つの熱電対5(BPT計測値)に

ついでのみ図示し、他の熱電対5については図示を省略している。また、図2及び図3に示す#nは#1〜#14の何れかの熱電対5を意味し、#n-1及び#n+1は#nの熱電対5に隣接する両側の熱電対5を意味している。例えば、図1(b)に示すように#nの熱電対4が#3の熱電対5である場合には#n-1と#n+1の熱電対5は#2と#4の熱電対5となり、#nの熱電対4が#14の熱電対5である場合には#n-1と#n+1の熱電対5は#13と#1の熱電対5となり、#nの熱電対4が#1の熱電対5である場合には#n-1と#n+1の熱電対5は#14と#2の熱電対5となる。

[0035] 図2のBPT偏差変化量大インターロックロジックについて説明すると、ガスタービン保護装置7では、まず、温度偏差演算部11aにおいて、全ての熱電対5のBPT計測値の平均値と、#nの熱電対5のBPT計測値との差を演算して、#nの熱電対5の#nBPT偏差を求める。また、温度偏差演算部11bにおいて、前記平均値と、#n-1の熱電対5のBPT計測値との差を演算して、#n-1の熱電対5の#n-1BPT偏差を求め、温度偏差演算部11cにおいて、前記平均値と、#n+1の熱電対5のBPT計測値との差を演算して、#n+1の熱電対5の#n+1BPT偏差を求める。

[0036] 次に、温度偏差変化量演算部12aにおいて、温度偏差演算部11aで演算した#nBPT偏差に基づき、#nの熱電対5の#nBPT偏差変化量を演算する。また、温度偏差変化量演算部12bにおいて、温度偏差演算部11bで演算した#n-1BPT偏差に基づき、#n-1の熱電対5の#n-1BPT偏差変化量を演算し、温度偏差変化量演算部12cにおいて、温度偏差演算部11cで演算した#n+1BPT偏差に基づき、#n+1の熱電対5の#n+1BPT偏差変化量を演算する。

[0037] 温度偏差変化量演算部12a, 12b, 12cは、むだ時間演算部13と減算部14とを有している。なお、むだ時間演算部13に示す e^{-Ls} はむだ時間要素の伝達関数を表しており、Lはむだ時間、sはラプラス演算子である。温度偏差変化量演算部12aにおいて、むだ時間演算部13では温度偏差演算部11aで演算された#nBPT偏差を順次記憶して1分後に出力し、減算部14では温度偏差演算部11aで演算された現在の#nBPT偏差と、むだ時間演算部13から出力された#nBPT偏差(即ち現在よりも1分前の#nBPT偏差)との差を演算し、この演算結果を#nBPT偏差変化量として出力する。温度偏差変化量演算部12b, 12cにおいても、この温度偏差変化量演算部12

aの場合と同様の処理を、温度偏差演算部11b, 11cで演算された#n-1BPT偏差及び#n+1BPT偏差に対して行うことより、#n-1BPT偏差変化量及び#n+1BPT偏差変化量を演算して出力する。

[0038] 次に、温度偏差変化量大判定部15では、温度偏差変化量演算部12aで演算された#nの熱電対5の#nBPT偏差変化量と、BPT偏差変化量大の設定値H, Lとを比較して、#nの熱電対5の#nBPT偏差変化量がBPT偏差変化量大設定値H, Lを越えたときに#nBPT偏差変化量大の信号を出力する。

[0039] 即ち、BPT計測値は、燃焼器4の異常や熱電対4の異常によって、減少する場合と増加する場合とがあるため、図4に示すように温度偏差変化量大判定部15では、減少側のBPT偏差変化量大設定値Lと、増加側のBPT偏差変化量大設定値Hとを有しており、#nの熱電対5のBPT計測値が上昇して#nBPT偏差変化量がBPT偏差変化量大設定値Hを越えたときや、前記BPT計測値が減少して#nBPT偏差変化量がBPT偏差変化量大設定値Lを越えたときに#nBPT偏差変化量大信号を出力する(ONにする)。

[0040] 次に、図2に示すように温度偏差変化量有判定部16aでは、温度偏差変化量演算部12bで演算された#n-1の熱電対5の#n-1BPT偏差変化量と、BPT偏差変化量有の設定値H, Lとを比較して、#n-1の熱電対5の#n-1BPT偏差変化量がBPT偏差変化量有設定値H, Lを越えたときに#n-1BPT偏差変化量有の信号を出力する。同様に、温度偏差変化量有判定部16bでは、温度偏差変化量演算部12cで演算された#n+1の熱電対5の#n+1BPT偏差変化量と、BPT偏差変化量有の設定値H, Lとを比較して、#n+1の熱電対5の#n+1BPT偏差変化量がBPT偏差変化量有設定値H, Lを越えたときに#n+1BPT偏差変化量有信号を出力する。

[0041] 即ち、温度偏差変化量有判定部16a, 16bにおいても、BPT計測値の増減に対応して減少側のBPT偏差変化量有設定値Lと、増加側のBPT偏差変化量有設定値Hとを有しており、#n-1や#n+1の熱電対5のBPT計測値が増加して#n-1BPT偏差変化量や#n+1BPT偏差変化量がBPT偏差変化量有設定値Hを越えたときや、前記BPT計測値が減少して#n-1偏差変化量や#n+1BPT偏差変化量がBPT偏差変化量有設定値Lを越えたときに#n-1偏差変化量有信号や#n+1BPT偏

差変化量有信号を出力する(ONにする)。但し、燃焼器4が異常のときにBPT偏差変化量大インターロックが作動しないことを防止するため、BPT偏差変化量有設定値H, LはBPT偏差変化量大設定値H, Lよりも小さな値(絶対値の小さな値)に設定する。

[0042] そして、保護信号出力部(ロジック部)17では、#nの熱電対5の#nBPT偏差変化量がBPT偏差変化量大設定値H, Lを越えて温度偏差変化量大判定部15から#nBPT偏差変化量大信号が出力され、且つ、#nの熱電対5に隣接する両側の#n-1, #n+1の熱電対5の何れかのBPT偏差変化量(#n-1BPT偏差変化量又は#n+1BPT偏差変化量)がBPT偏差変化量有設定値H, Lを越えて温度偏差変化量有判定部16a, 16bからBPT偏差変化量有信号(#n-1BPT偏差変化量有信号又は#n+1BPT偏差変化量有信号)が出力されたとき、ガスタービン保護信号としてBPT偏差変化量大自動停止の信号を出力する。

[0043] また、保護信号出力部17では、#nの熱電対5の#nBPT偏差変化量がBPT偏差変化量大設定値H, Lを越えて温度偏差変化量大判定部15から#nBPT偏差変化量大信号が出力され、且つ、#nの熱電対5に隣接する両側の#n-1, #n+1の熱電対5何れかが断線などの異常によりレンジオーバーとなったとき(熱電対5のBPT計測値が例えば0〜800℃の計測レンジを越えて0℃以下又は800℃以上となったとき)にも、前記BPT偏差変化量大自動停止信号を出力する。更に、保護信号出力部17では、#nBPT偏差変化量大信号と、#n-1BPT偏差変化量有信号及び#n+1BPT偏差変化量有信号の出力タイミングのずれを防止するためにオフディレイタイマ部18a, 18bも有している。

[0044] 詳述すると、温度偏差変化量大判定部15から出力された#nBPT偏差変化量大信号はオフディレイタイマ部18aに入力される。オフディレイタイマ部18aでは、温度偏差変化量大判定部15から出力された#nBPT偏差変化量大信号がOFFになっても、この#nBPT偏差変化量大信号のON状態を所定の遅延時間 $\Delta T1$ だけ保持することにより、#nBPT偏差変化量大信号がOFFになるタイミングを $\Delta T1$ 時間だけ遅延させる(図5参照:詳細後述)。

[0045] 一方、ORロクジ(論理和)部19では、温度偏差変化量有判定部16aから#n-1

BPT偏差変化量有信号が出力されたとき、又は、 $\#n-1$ の熱電対5がレンジオーバーになったと判断したときに出力信号がONとなる。ORロクジ部20では、温度偏差変化量有判定部16bから $\#n+1$ BPT偏差変化量有信号が出力されたとき、又は、 $\#n+1$ の熱電対5がレンジオーバーになったと判断したとき、出力信号がONとなる。ORロジック部21では、ORロジック部19の出力信号又はORロジック部20の出力信号がONになったとき、出力信号がONになる。このORロジック部21の出力信号はオフディレイタイマ部18bに入力される。

[0046] オフディレイタイマ部18bでは、ORロジック部21の出力信号がOFFになっても、この出力信号のON状態を所定の遅延時間 $\Delta T2$ だけ保持することにより、この出力信号がOFFになるタイミングを $\Delta T2$ 時間だけ遅延させる。即ち、オフディレイタイマ部18bによって、 $\#n-1$ BPT偏差変化量有信号及び $\#n+1$ 偏差変化量有信号がOFFになるタイミングを $\Delta T2$ 時間だけ遅延させることができる。

[0047] そして、ANDロジック(論理積)部22では、オフディレイタイマ部18aの出力信号がONになり、且つ、オフディレイタイマ部18bの出力信号がONになったときに $\#n$ BPT偏差変化量大自動停止信号を出力(ON)する。 $\#n$ の熱電対5以外の熱電対5に関しても、この $\#n$ の熱電対5の場合と同様のBPT偏差変化量大インターロックロジックによってBPT偏差変化量大自動停止信号が出力される。ORロジック部23では、これら $\#1$ 〜 $\#14$ の熱電対5のBPT偏差変化量大自動停止信号の何れかが出力されたときにBPT偏差変化量大自動停止信号を出力する。

[0048] ここで、図5に基づき、オフディレイタイマ部の機能などについて更に具体例を挙げて説明する。図5において、aは $\#1$ 〜 $\#14$ の熱電対5のBPT計測値の平均値、bは $\#n$ の熱電対5のBPT計測値、cは $\#n+1$ の熱電対5のBPT計測値である。

[0049] 燃焼器4の異常による燃焼ガス温度の低下によってBPT計測値bとBPT計測値cとが図示ように減少した場合、温度偏差変化量大判定部15から出力される $\#n$ BPT偏差変化量大信号は、BPT計測値bが減少し始めて $\#n$ BPT偏差変化量がBPT偏差変化量大設定値Lを越えた時点T1においてONとなり、BPT計測値bが減少しなくなって $\#n$ BPT偏差変化量がBPT偏差変化量大設定値Lを越えなくなった時点T2においてOFFとなる一方、温度偏差変化量有判定部16bから出力される $\#n+1$ BPT

偏差変化量有信号は、BPT計測値 c が減少し始めて $\#n+1$ BPT偏差変化量がBPT偏差変化量有設定値 L を越えた時点 $T3$ においてONとなり、BPT計測値 c が減少しなくなって $\#n+1$ BPT偏差変化量がBPT偏差変化量有設定値 L を越えなくなった時点 $T5$ においてOFFとなる。

[0050] 従って、このような場合、ここまでは $\#n$ BPT偏差変化量大信号と $\#n+1$ BPT偏差変化量有信号とが同時にON状態とならないため、 $\#n$ BPT偏差変化量大自動停止信号が出力されずにBPT偏差変化量大自動停止信号が出力されないため、タービン本体2を保護することができなくなってしまう。そこで、 $\#n$ BPT偏差変化量大信号はオフディレイタイマ部18aで $\Delta T1$ 時間だけ遅延させて時刻 $T4$ にOFFとなるようにしており、このことによって両信号の出力タイミングのずれが防止されて両信号は $T3-T4$ までの間では同時にON状態となるため、 $\#n$ BPT偏差変化量大自動停止信号が出力されてBPT偏差変化量大自動停止信号が出力される。

[0051] なお、 $\#n+1$ BPT偏差変化量有信号も、オフディレイタイマ部18bで $\Delta T2$ 時間だけ遅延させて時刻 $T6$ にOFFとなるようにしているが、これは図示例のような場合だけでなく、 $\#n+1$ 偏差変化量有信号が $\#n$ BPT偏差変化量大信号よりも先に出力される可能性もあるためである。即ち、 $\#n$ BPT偏差変化量大信号と $\#n+1$ BPT偏差変化量有信号の両方に対してオフディレイタイマ部18a, 18bによる遅延処理を行う必要である。遅延時間 $\Delta T1$, $\Delta T2$ の具体的な値は試験などによって適宜設定することができる。

[0052] 図3のBPT偏差変化量大インターロックロジックについて説明すると、ガスタービン保護装置7では、まず、温度偏差演算部11aにおいて、全ての熱電対5のBPT計測値の平均値と、 $\#n$ の熱電対5のBPT計測値との差を演算して、 $\#n$ の熱電対5の $\#n$ BPT偏差を求める。また、温度偏差演算部11bにおいて、前記平均値と、 $\#n-1$ の熱電対5のBPT計測値との差を演算して、 $\#n-1$ の熱電対5の $\#n-1$ BPT偏差を求め、温度偏差演算部11cにおいて、前記平均値と、 $\#n+1$ の熱電対5のBPT計測値との差を演算して、 $\#n+1$ の熱電対5の $\#n+1$ BPT偏差を求める。

[0053] 次に、温度偏差大判定部31では、温度偏差演算部11aで演算された $\#n$ の熱電対5の $\#n$ BPT偏差と、BPT偏差変化量有の設定値 H , L とを比較して、 $\#n$ の熱電

対5の#nBPT偏差がBPT偏差変化量有設定値H, Lを越えたときに#nBPT偏差変化量大の信号を出力する。なお、温度偏差大判定部31では、BPT計測値の増減に応じて減少側のBPT偏差大設定値Lと、増加側のBPT偏差大設定値Hとを有しており、#nの熱電対5のBPT計測値が上昇して#nBPT偏差がBPT偏差大設定値Hを越えたときや、前記BPT計測値が減少して#nBPT偏差がBPT偏差大設定値Lを越えたときに#nBPT偏差信号を出力する(ONにする)。

[0054] 次に、温度偏差有判定部32aでは、温度偏差演算部11bで演算された#n-1の熱電対5の#n-1BPT偏差と、BPT偏差有の設定値H, Lとを比較して、#n-1の熱電対5の#n-1BPT偏差がBPT偏差有設定値H, Lを越えたときに#n-1BPT偏差有の信号を出力する。同様に、温度偏差有判定部32bでは、温度偏差演算部11cで演算された#n+1の熱電対5の#n+1BPT偏差と、BPT偏差有の設定値H, Lとを比較して、#n+1の熱電対5の#n+1BPT偏差がBPT偏差有設定値H, Lを越えたときに#n+1BPT偏差変化量有信号を出力する。

[0055] なお、温度偏差有判定部32a, 32bにおいても、BPT計測値の増減に対応して減少側のBPT偏差有設定値Lと、増加側のBPT偏差有設定値Hとを有しており、#n-1や#n+1の熱電対5のBPT計測値が増加して#n-1BPT偏差や#n+1BPT偏差がBPT偏差有設定値Hを越えたときや、前記BPT計測値が減少して#n-1偏差や#n+1BPT偏差がBPT偏差有設定値Lを越えたときに#n-1偏差有信号や#n+1BPT偏差有信号を出力する(ONにする)。但し、燃焼器4が異常のときにBPT偏差大インターロックが作動しないことを防止するため、BPT偏差有設定値H, LはBPT偏差大設定値H, Lよりも小さな値(絶対値の小さな値)に設定する。

[0056] そして、保護信号出力部(ロジック部)33では、#nの熱電対5の#nBPT偏差がBPT偏差大設定値H, Lを越えて温度偏差大判定部31から#nBPT偏差大信号が出力され、且つ、#nの熱電対5に隣接する両側の#n-1, #n+1の熱電対5の何れかのBPT偏差(#n-1BPT偏差又は#n+1BPT偏差)がBPT偏差有設定値H, Lを越えて温度偏差有判定部32a, 32bからBPT偏差有信号(#n-1BPT偏差有信号又は#n+1BPT偏差有信号)が出力されたとき、ガスタービン保護信号としてBPT偏差大自動停止又はトリップ(図6参照:詳細後述)の信号を出力する。

- [0057] また、保護信号出力部33では、 $\#n$ の熱電対5の $\#n$ BPT偏差がBPT偏差大設定値H, Lを越えて温度偏差大判定部31から $\#n$ BPT偏差大信号が出力され、且つ、 $\#n$ の熱電対5に隣接する両側の $\#n-1$, $\#n+1$ の熱電対5何れかが断線などの異常によりレンジオーバーとなったとき(熱電対5のBPT計測値が例えば0ー800℃の計測レンジを越えて0℃以下又は800℃以上となったとき)にも、前記BPT偏差大自動停止又はトリップ信号を出力する。
- [0058] また、保護信号出力部33では、 $\#n$ の熱電対5の $\#n$ BPT偏差がBPT偏差大設定値H, Lを越えて温度偏差大判定部31から $\#n$ BPT偏差大信号が出力され、且つ、 $\#n$ の熱電対5に隣接する両側の $\#n-1$, $\#n+1$ の熱電対5の何れかのBPT偏差変化量($\#n-1$ BPT偏差変化量又は $\#n+1$ BPT偏差変化量)がBPT偏差変化量有設定値H, Lを越えて図2の温度偏差変化量有判定部16a, 16bからBPT偏差変化量有信号($\#n-1$ BPT偏差変化量有信号又は $\#n+1$ BPT偏差変化量有信号)が出力されたときにも、前記前記BPT偏差大自動停止又はトリップ信号を出力する。更に、保護信号出力部33では、 $\#n$ BPT偏差大信号に対する $\#n-1$ BPT偏差変化量有信号及び $\#n+1$ BPT偏差変化量有信号の出力タイミングのずれを防止するためにオフディレイタイマ部34a, 34bも有している。
- [0059] 詳述すると、図3に示すように、 $\#n-1$ BPT偏差有大信号はオフディレイタイマ部34aに入力される。オフディレイタイマ部34aでは、温度偏差変化量有判定部16aから出力された $\#n-1$ BPT偏差変化量有信号がOFFになっても、この $\#n-1$ BPT偏差変化量有信号のON状態を所定の遅延時間 $\Delta T11$ だけ保持することにより、 $\#n-1$ BPT偏差変化量有信号がOFFになるタイミングを $\Delta T11$ 時間だけ遅延させる。また、 $\#n+1$ BPT偏差有大信号はオフディレイタイマ部34bに入力される。オフディレイタイマ部34bでは、温度偏差変化量有判定部16bから出力された $\#n+1$ BPT偏差変化量有信号がOFFになっても、この $\#n+1$ BPT偏差変化量有信号のON状態を所定の遅延時間 $\Delta T12$ だけ保持することにより、 $\#n+1$ BPT偏差変化量有信号がOFFになるタイミングを $\Delta T12$ 時間だけ遅延させる。遅延時間 $\Delta T11$, $\Delta T12$ の具体的な値は試験などによって適宜設定することができる。
- [0060] ORロクツジ部35では、温度偏差有判定部32aから $\#n-1$ BPT偏差有信号が出力

されたとき、オフディレイタイマ部34aの出力信号(#n-1BPT偏差変化量有信号)がONのとき、又は、#n-1の熱電対5がレンジオーバーになったと判断したときに出力信号がONとなる。ORロクジ部36では、温度偏差有判定部32bから#n+1BPT偏差有信号が出力されたとき、オフディレイタイマ部34bの出力信号(#n+1BPT偏差変化量有信号)がONのとき、又は、#n+1の熱電対5がレンジオーバーになったと判断したときに出力信号がONとなる。ORロジック部37では、ORロジック部35の出力信号がON、又は、ORロジック部36の出力信号がONとなったときに出力信号がONとなる。

[0061] ANDロジック部38では、温度偏差大判定部31から#nBPT偏差大信号が出力され、且つ、ORロジック部37の出力信号がONになったときに#nBPT偏差大信号自動停止又はトリップ信号を出力(ON)する。#nの熱電対5以外の熱電対5に関しても、この#nの熱電対5の場合と同様のBPT偏差大インターロックロジックによってBPT偏差自動停止又はトリップ信号が出力される。ORロジック部39では、これら#1〜#14の熱電対5のBPT偏差大自動停止又はトリップ信号の何れかが出力されたときにBPT偏差大自動停止又はトリップ信号を出力する。

[0062] ここで、図6に基づき、BPT偏差大自動停止信号とBPT偏差大トリップ信号の相違などについて具体例を挙げて説明する。図6において、aは#1〜#14の熱電対5のBPT計測値の平均値、bは#nの熱電対5のBPT計測値、c1, c2は#n+1の熱電対5のBPT計測値であって、平均値aよりも高い場合と低い場合である。

[0063] 燃焼器4の異常による燃焼ガス温度の低下によってBPT計測値bが図示ように減少した場合、温度偏差大判定部31から出力される#nBPT偏差大信号は、BPT計測値bが減少して#nBPT偏差が、自動停止用のBPT偏差大設定値Lを越えた時点T12で自動停止用の#nBPT偏差大信号がONとなり、更にBPT計測値bが減少して#nBPT偏差が、トリップ用のBPT偏差大設定値Lを越えた時点T14でトリップ用の#nBPT偏差大信号がONとなる。

[0064] つまり、BPT偏差大設定値H, Lは、何れも値(絶対値)の小さな自動停止用と、値(絶対値)の大きなトリップ用の2つが設定されている。そして、図3に示すBPT偏差大インターロックロジックは自動停止用のBPT偏差設定値H, Lに関するものと、トリップ

用のBPT偏差設定値H, Lに関するものとの2つがあり、前者のインターロックロジックでは#nBPT偏差大自動停止信号が出力されてBPT偏差大自動停止信号が出力され、後者のインターロックロジックでは#nBPT偏差大トリップ信号が出力されてBPT偏差大トリップ信号が出力される。しかし、これらは同じロジック構成のものであるため、図3では、説明の便宜上、1つのインターロックロジックだけを図示している。

[0065] 図6について更に説明すると、BPT計測値c1が図示のように低下した場合、温度偏差有判定部32bから出力される#n+1BPT偏差有信号は、BPT計測値c1が減少して#n+1BPT偏差がBPT偏差有設定値Lを越えた時点T13でONとなる。従って、T13では自動停止用の#nBPT偏差大信号と#n+1BPT偏差有信号とがONになって自動停止用の#n偏差大信号が出力され、T14ではトリップ用の#nBPT偏差大信号と#n+1BPT偏差有信号とがONになってトリップ用の#n偏差大信号が出力される。

[0066] また、例えば#n+1の熱電対5の計測値がc2のように平均値aよりも高いような場合には、BPT計測値c2が減少して#n+1BPT偏差が、BPT偏差有設定値Lを越える(#n+1BPT偏差有信号がONになる)までに時間がかかる(T15の時点)。従って、これだけでは#nBPT偏差大自動停止信号や#nBPT偏差大トリップ信号の出力が遅れてしまう。これに対し、#n+1BPT偏差変化量有信号は、BPT計測値c2が減少して#n+1BPT偏差変化量がBPT偏差変化量有設定値Lを越えた時点T11でONとなる。このため、早期に#nBPT偏差大自動停止信号や#nBPT偏差大トリップ信号を出力することができる。

[0067] また、#n+1偏差変化量有信号がOFFになる時点は、BPT計測値c2が減少しなくなって#n+1BPT偏差変化量がBPT偏差変化量有設定値Lを越えなくなった時点T16ではなく、オフディレイタイマ部34bによりT17時点まで遅延時間 $\Delta T12$ だけ遅延される。従って、図示は省略するが、例えばT14時点よりも少し手前で#n+1BPT偏差変化量がBPT偏差変化量有設定値Lを越えなくなるようなことがあっても、T14時点以降まで#n+1BPT偏差変化量有信号のON状態を維持することができるため、確実にT14時点で#nBPT偏差大トリップ信号を出力することができる。

[0068] 以上のように、本実施の形態のガスタービン保護装置によれば、何れかの熱電対5

のBPT偏差変化量がBPT偏差変化量大設定値H, Lを越えて温度偏差変化量大判定部15からBPT偏差変化量大信号が出力され、且つ、前記何れかの熱電対5に隣接する両側の熱電対5の何れかのBPT偏差変化量がBPT偏差変化量有設定値H, Lを越えて温度偏差変化量有判定部16a, 16bからBPT偏差変化量有信号が出力されたとき、BPT偏差変化量大自動停止信号を出力するため、熱電対5を増やすことなく、熱電対5が異常になったときに誤ってBPT偏差変化量大自動停止信号を出力するのを防止することができ、燃焼器4が異常になったときにのみBPT偏差変化量大自動停止信号を出力してタービン本体2を保護することができる。このため、安定してガスタービン1を運転することが可能となる。

[0069] また、本実施の形態のガスタービン保護装置によれば、温度偏差変化量大判定部15から出力されるBPT偏差変化量大信号がOFFする時間を遅延させるオフディレイタイマ部18aと、温度偏差変化量有判定部16a, 16bから出力されるBPT偏差変化量有信号がOFFする時間を遅延させるオフディレイタイマ部18bとを有するため、このフディレイタイマ部18a, 18bによってBPT偏差変化量大信号とBPT偏差変化量有信号の出力タイミングのずれを防止することができ、確実にBPT偏差変化量大自動停止信号を出力することができる。

[0070] また、本実施の形態のガスタービン保護装置によれば、何れかの熱電対5のBPT偏差変化量がBPT偏差変化量大設定値H, Lを越えて温度偏差変化量大判定部15からBPT偏差変化量大信号が出力され、且つ、前記何れかの熱電対5に隣接する両側の熱電対5の何れかがレンジオーバーとなったときにも、BPT偏差変化量大自動停止信号を出力するため、前記両側の熱電対5が異常でレンジオーバーになって判定不能になったときにも、ガスタービン保護信号を出力することができる。

[0071] また、本実施の形態のガスタービン保護装置によれば、何れかの熱電対5のBPT偏差がBPT偏差大設定値H, Lを越えて温度偏差大判定部31からBPT偏差大信号が出力され、且つ、前記何れかの熱電対5に隣接する両側の熱電対5の何れかのBPT偏差がBPT偏差有設定値H, Lを越えて温度偏差有判定部32a, 32bからBPT偏差有信号が出力されたとき、BPT偏差大自動停止又はトリップ信号を出力するため、熱電対5を増やすことなく、熱電対5が異常になったときに誤ってBPT偏差大

自動停止又はトリップ信号を出力するのを防止することができ、燃焼器4が異常になったときにのみBPT偏差大自動停止又はトリップ信号を出力してタービン本体2を保護することができる。このため、安定してガスタービン1を運転することができる。

[0072] また、本実施の形態のガスタービン保護装置によれば、何れかの熱電対5のBPT偏差がBPT偏差大設定値H, Lを越えて温度偏差大判定部31からBPT偏差大信号が出力され、且つ、前記何れかの熱電対5に隣接する両側の熱電対5の何れかのBPT偏差変化量がBPT偏差変化量有設定値H, Lを越えて温度偏差変化量有判定部32a, 32bからBPT偏差変化量有信号が出力されたときにも、BPT偏差大自動停止又はトリップ信号を出力するため、例えば前記隣接する両側の熱電対5のBPT計測値が平均値よりも高いような場合であっても、早期にBPT偏差大自動停止又はトリップ信号を出力することができる。

[0073] また、本実施の形態のガスタービン保護装置によれば、温度偏差変化量有判定部16a, 16bから出力されるBPT偏差変化量有信号がOFFする時間を遅延させるオフディレイタイマ部34a, 34bを有するため、このオフディレイタイマ部34a, 34bによってBPT偏差大信号に対するBPT偏差変化量有信号の出力タイミングのずれを防止することができ、確実にBPT偏差大自動停止又はトリップ信号を出力することができる。

[0074] また、本実施の形態のガスタービン保護装置によれば、何れかの熱電対5のBPT偏差がBPT偏差大設定値H, Lを越えて温度偏差大判定部31からBPT偏差大信号が出力され、且つ、前記何れかの熱電対5に隣接する両側の熱電対5の何れかがレンジオーバーとなったときにも、BPT偏差大自動停止又はトリップ信号を出力するため、前記両側の熱電対5が異常でレンジオーバーになって判定不能になったときにも、BPT偏差大自動停止又はトリップ信号を出力することができる。

[0075] なお、本発明は必ずしも熱電対をBPT計測に用いた場合に限るものではなく、仮に他の種類の温度センサをBPT計測に用いた場合にも適用することができるが、特に、熱電対のようにレンジオーバーになるだけでなく、保護管の削れや絶縁不良などにより、計測レンジ内で計測値が異常に変化する可能性のある温度センサ、即ち、異常と判断しにくい異常が生じる可能性のある温度センサに適用することが有効である。

。

産業上の利用可能性

[0076] 本発明はガスタービン保護装置に関するものであり、温度センサの異常による誤作動を防止し、燃焼器の異常時にのみガスタービン保護信号を出力して確実にタービン本体の保護を行う場合に適用して有用なものである。

請求の範囲

- [1] 円環状に配置された複数個の燃焼器の燃焼ガスのブレードパス温度を、タービンブレード出口に少なくとも前記燃焼器の個数と同数で円環状に配置された温度センサによって計測し、これらの温度センサのブレードパス温度計測値に基づいてガスタービン保護信号を出力するガスタービン保護装置において、
- 前記ブレードパス温度計測値の平均値と、各温度センサのブレードパス温度計測値との差を演算して、各温度センサのブレードパス温度偏差を求める温度偏差演算部と、
- この温度偏差演算部で演算した各温度センサのブレードパス温度偏差に基づき、各温度センサのブレードパス温度偏差変化量を演算する温度偏差変化量演算部と、
- この温度偏差変化量演算部で演算した各温度センサのブレードパス温度偏差変化量と、ブレードパス温度偏差変化量大設定値とを比較して、各温度センサのブレードパス温度偏差変化量が前記ブレードパス温度偏差変化量大設定値を越えたときにブレードパス温度偏差変化量大信号を出力する温度偏差変化量大判定部と、
- 前記温度偏差変化量演算部で演算した各温度センサのブレードパス温度偏差変化量と、前記ブレードパス温度偏差変化量大設定値よりも小さいブレードパス温度偏差変化量有設定値とを比較して、各温度センサのブレードパス温度偏差変化量が前記ブレードパス温度偏差変化量有設定値を越えたときにブレードパス温度偏差変化量有信号を出力する温度偏差変化量有判定部と、
- 何れかの温度センサのブレードパス温度偏差変化量が前記ブレードパス温度偏差変化量大設定値を越えて前記温度偏差変化量大判定部からブレードパス温度偏差変化量大信号が出力され、且つ、前記何れかの温度センサに隣接する両側の温度センサの何れかのブレードパス温度偏差変化量が前記ブレードパス温度偏差変化量有設定値を越えて前記温度偏差変化量有判定部からブレードパス温度偏差変化量有信号が出力されたとき、前記ガスタービン保護信号を出力する保護信号出力部とを有することを特徴とするガスタービン保護装置。
- [2] 請求項1に記載のガスタービン保護装置において、

前記保護信号出力部は、前記温度偏差変化量大判定部から出力されるブレードパス温度偏差変化量大信号がOFFする時間を遅延させる第1のオフディレイタイマ部と、

前記温度偏差変化量有判定部から出力されるブレードパス温度偏差変化量有信号がOFFする時間を遅延させる第2のオフディレイタイマ部とを有することを特徴とするガスタービン保護装置。

[3] 請求項1又は2に記載のガスタービン保護装置において、

前記保護信号出力部では、前記何れかの温度センサのブレードパス温度偏差変化量が前記ブレードパス温度偏差変化量大設定値を越えて前記温度偏差変化量大判定部からブレードパス温度偏差変化量大信号が出力され、且つ、前記何れかの温度センサに隣接する両側の温度センサの何れかがレンジオーバーとなったときにも、前記ガスタービン保護信号を出力することを特徴とするガスタービン保護装置。

[4] 円環状に配置された複数個の燃焼器の燃焼ガスのブレードパス温度を、タービンブレード出口に少なくとも前記燃焼器の個数と同数で円環状に配置された温度センサによって計測し、これらの温度センサのブレードパス温度計測値に基づいてガスタービン保護信号を出力するガスタービン保護装置において、

前記ブレードパス温度計測値の平均値と、各温度センサのブレードパス温度計測値との差を演算して、各温度センサのブレードパス温度偏差を求める温度偏差演算部と、

この温度偏差演算部で演算した各温度センサのブレードパス温度偏差と、ブレードパス温度偏差大設定値とを比較して、各温度センサのブレードパス温度偏差が前記ブレードパス温度偏差大設定値を越えたときにブレードパス温度偏差大信号を出力する温度偏差大判定部と、

前記温度偏差演算部で演算した各温度センサのブレードパス温度偏差と、前記ブレードパス温度偏差大設定値よりも小さいブレードパス温度偏差有設定値とを比較して、各温度センサのブレードパス温度偏差が前記ブレードパス温度偏差有設定値を越えたときにブレードパス温度偏差有信号を出力する温度偏差有判定部と、

何れかの温度センサのブレードパス温度偏差が前記ブレードパス温度偏差大設定

値を越えて前記温度偏差大判定部からブレードパス温度偏差大信号が出力され、且つ、前記何れかの温度センサに隣接する両側の温度センサの何れかのブレードパス温度偏差が前記ブレードパス温度偏差有設定値を越えて前記温度偏差有判定部からブレードパス温度偏差有信号が出力されたとき、前記ガスタービン保護信号を出力する保護信号出力部とを有することを特徴とするガスタービン保護装置。

[5] 請求項4に記載のガスタービン保護装置において、

前記温度偏差演算部で演算したブレードパス温度偏差に基づき、各温度センサのブレードパス温度偏差変化量を演算する温度偏差変化量演算部と、

この温度偏差変化量演算部で演算した各温度センサのブレードパス温度偏差変化量と、ブレードパス温度偏差変化量有設定値とを比較して、各温度センサのブレードパス温度偏差変化量が前記ブレードパス温度偏差変化量有設定値を越えたときにブレードパス温度偏差変化量有信号を出力する温度偏差変化量有判定部とを有し、

前記保護信号出力部では、前記何れかの温度センサのブレードパス温度偏差が前記ブレードパス温度偏差大設定値を越えて前記温度偏差大判定部からブレードパス温度偏差大信号が出力され、且つ、前記何れかの温度センサに隣接する両側の温度センサの何れかのブレードパス温度偏差変化量が前記ブレードパス温度偏差変化量有設定値を越えて前記温度偏差変化量有判定部からブレードパス温度偏差変化量有信号が出力されたときにも、前記ガスタービン保護信号を出力することを特徴とするガスタービン保護装置。

[6] 請求項4又は5に記載のガスタービン保護装置において、

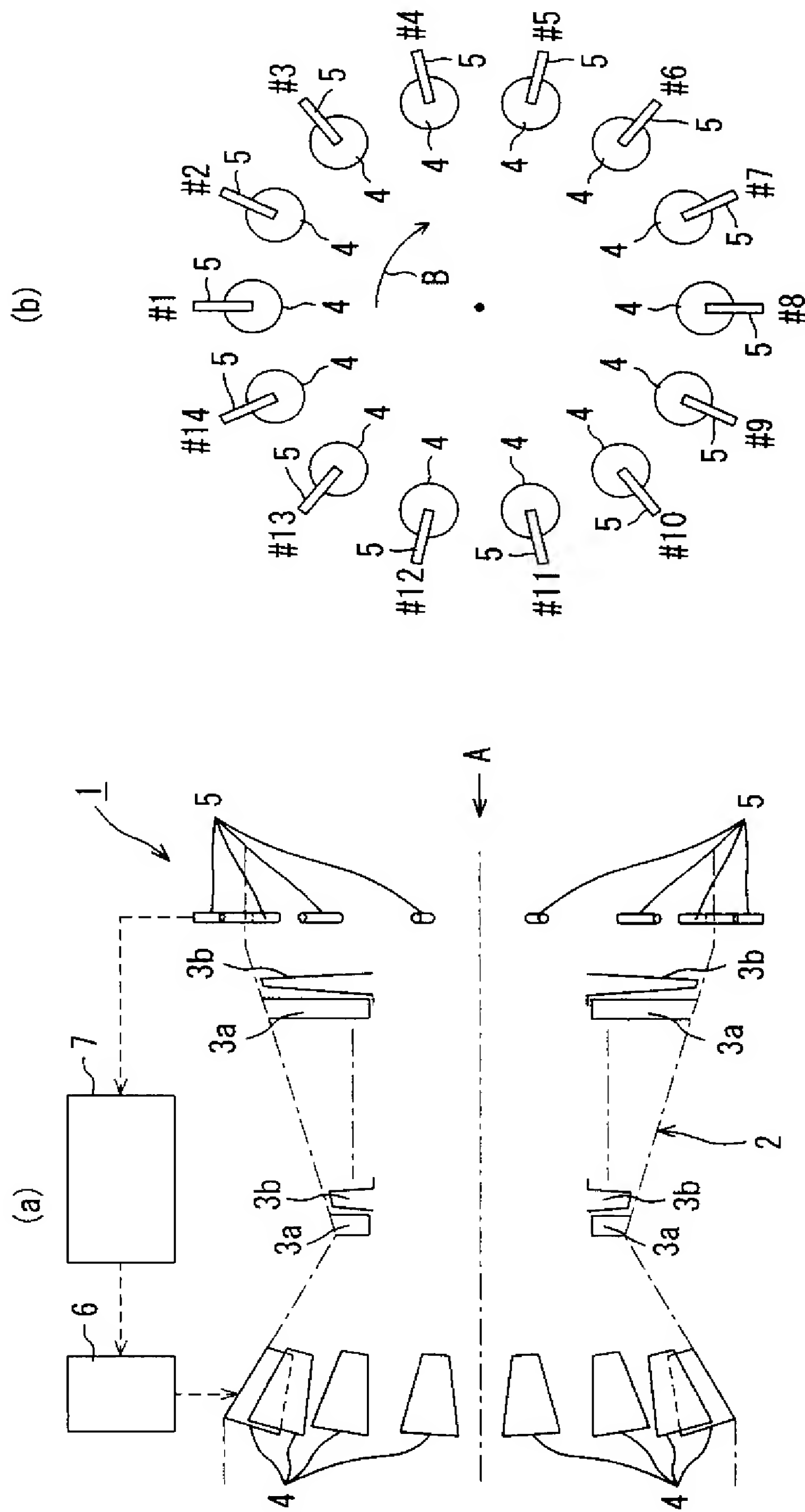
前記保護信号出力部は、前記温度偏差変化量有判定部から出力されるブレードパス温度偏差変化量有信号がOFFする時間を遅延させるオフディレイタイマ部を有することを特徴とするガスタービン保護装置。

[7] 請求項4, 5又は6に記載のガスタービン保護装置において、

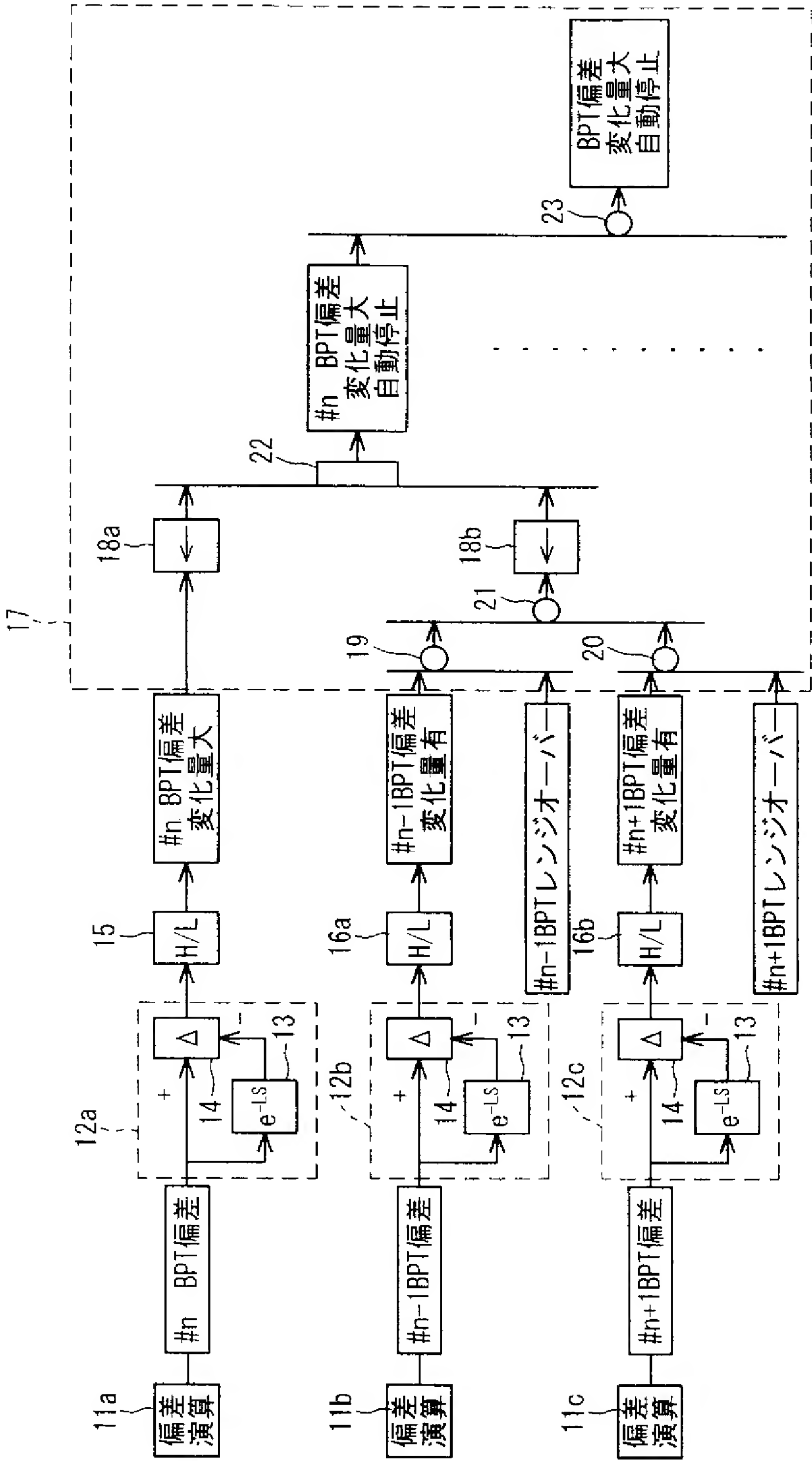
前記保護信号出力部では、前記何れかの温度センサのブレードパス温度偏差が前記ブレードパス温度偏差大設定値を越えて前記温度偏差大判定部からブレードパス温度偏差大信号が出力され、且つ、前記何れかの温度センサに隣接する両側

の温度センサの何れかがレンジオーバーとなったときにも、前記ガスタービン保護信号を出力することを特徴とするガスタービン保護装置。

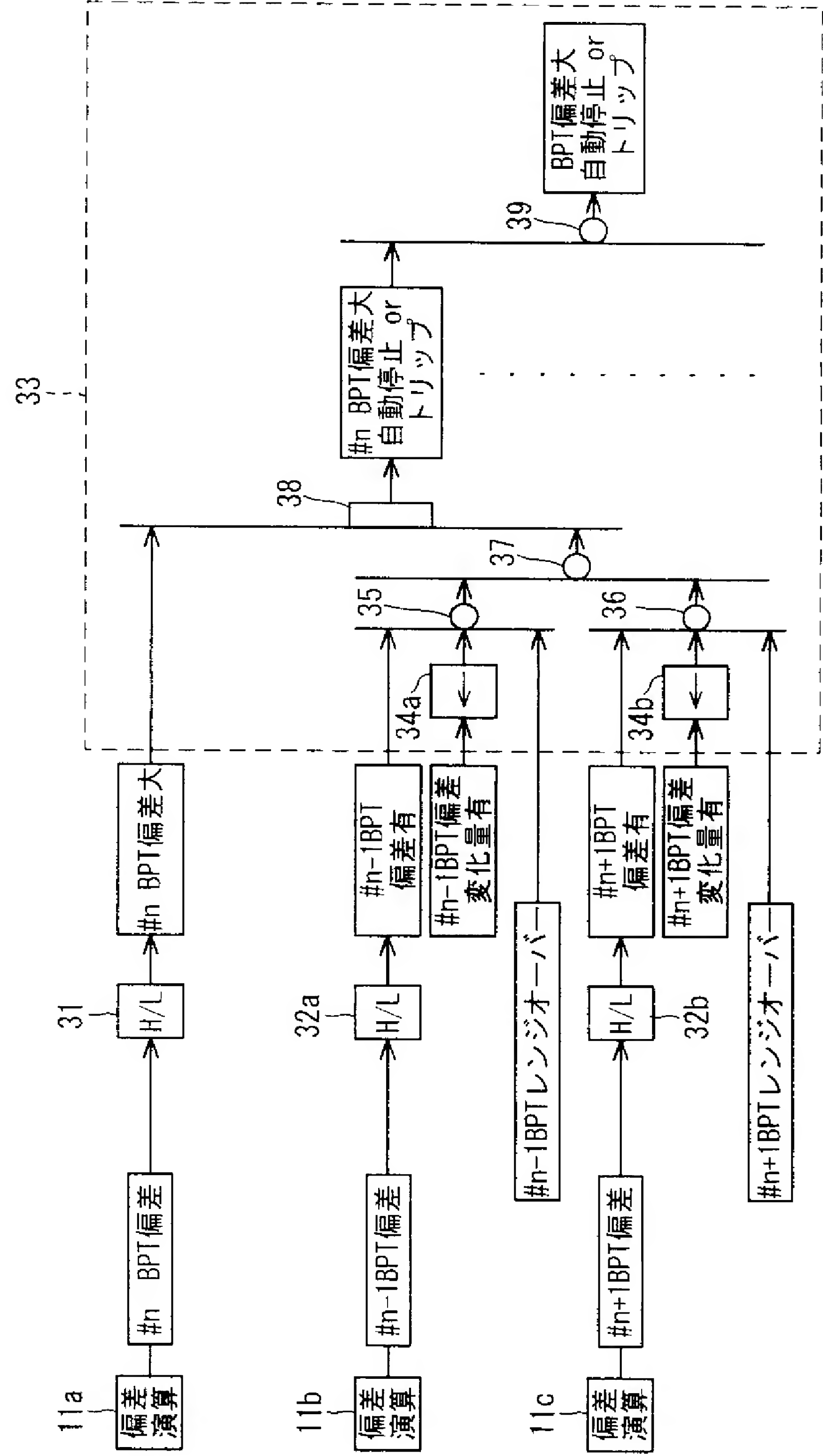
[図1]



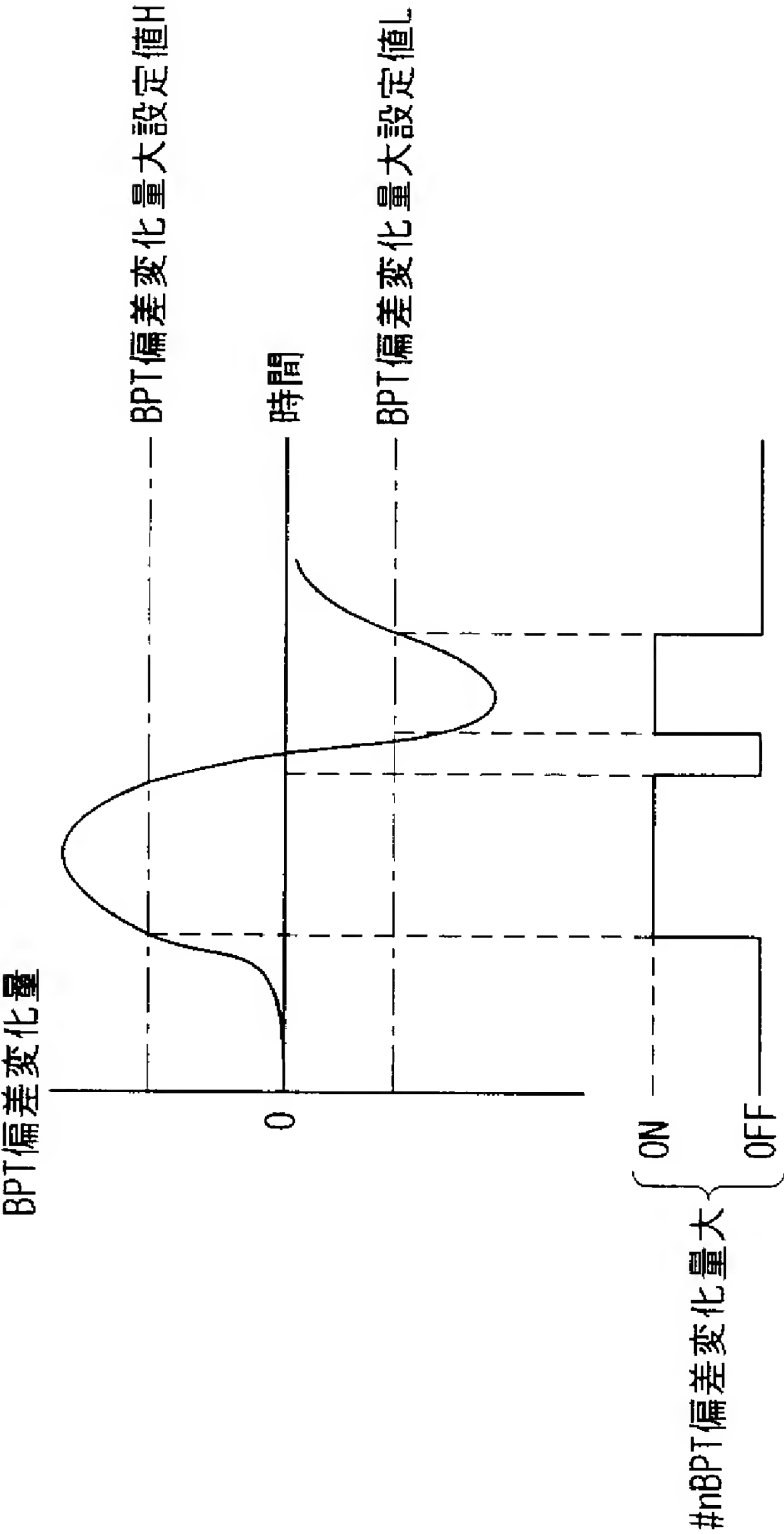
[図2]



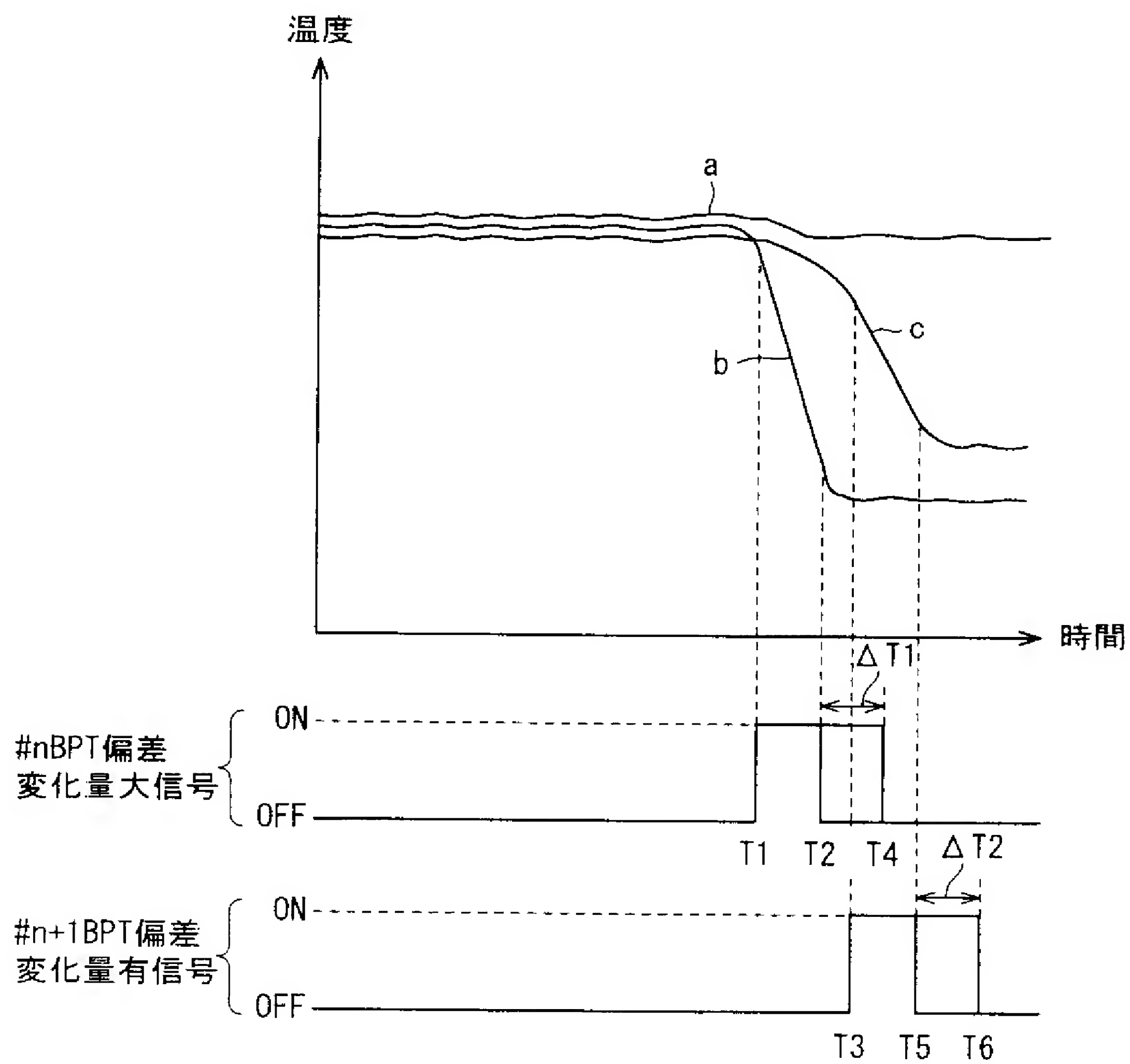
[図3]



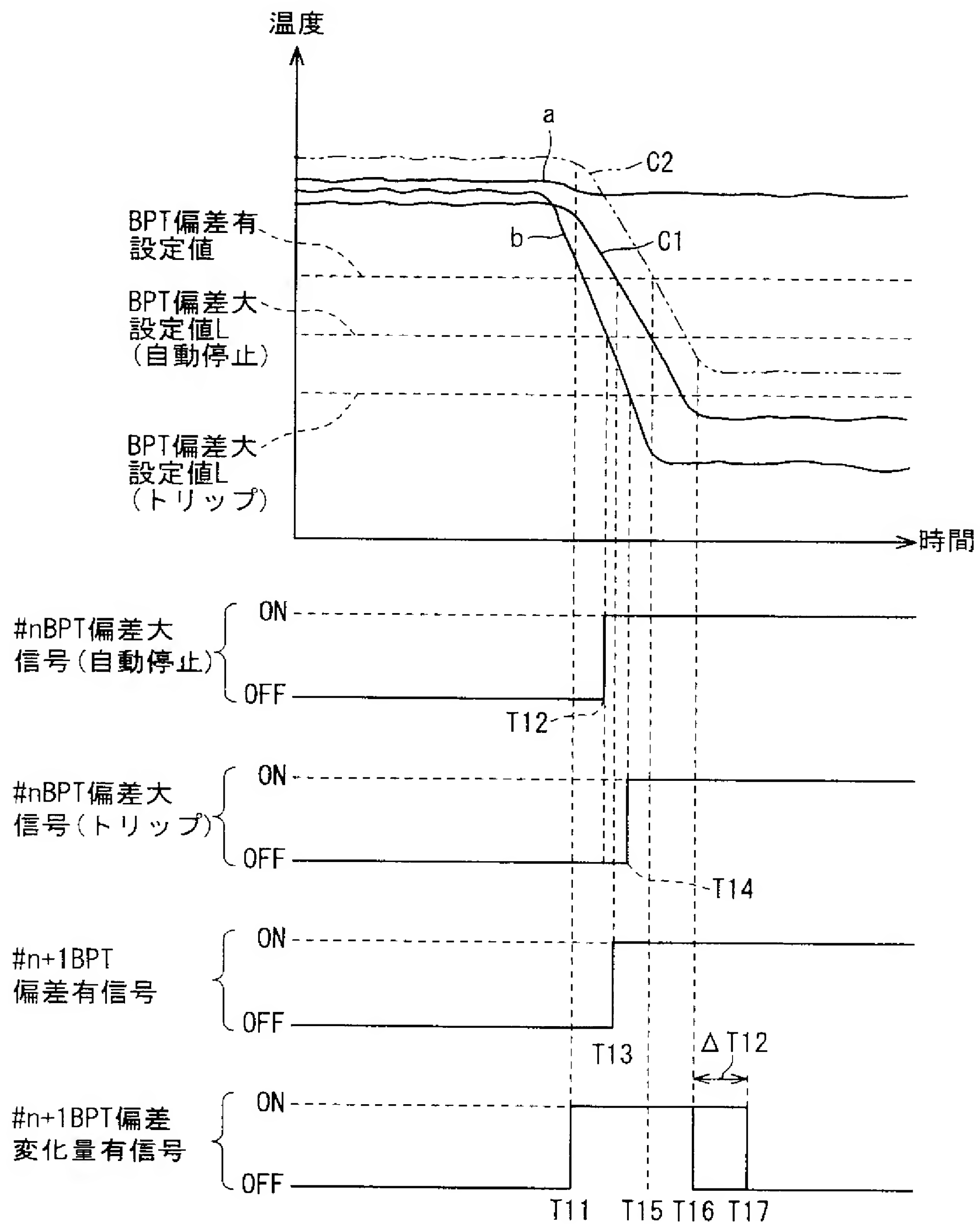
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/017560

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ F02C9/00, F01D21/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ F02C9/00, F01D21/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
WPI

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 1-240739 A (Toshiba Corp.), 26 September, 1989 (26.09.89), Page 2, lower left column, line 12 to page 3, lower right column, line 5; Figs. 1 to 4 (Family: none)	4 1-3, 5-7
Y A	JP 8-110050 A (Toshiba Corp.), 30 April, 1996 (30.04.96), Par. Nos. [0077] to [0096]; Figs. 9 to 10 (Family: none)	4 1-3, 5-7

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
07 February, 2005 (07.02.05)

Date of mailing of the international search report
22 February, 2005 (22.02.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/017560

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2002-309963 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 23 October, 2002 (23.10.02), Par. Nos. [0021] to [0047]; Figs. 1 to 7 & US 2002/149485 A & EP 1251258 A2 & CA 2376582 A	4 1-3, 5-7
A	JP 4-203808 A (Hitachi, Ltd.), 24 July, 1992 (24.07.92), Page 3, lower left column, line 19 to upper right column, line 2 & US 5461855 A1 & EP 488766 A1 & DE 69108525 C	1-7
A	JP 63-248903 A (Hitachi, Ltd.), 17 October, 1988 (17.10.88), Page 2, upper right column, line 1 to page 3, upper left column, line 7; Figs. 1 to 5 (Family: none)	1-7

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl. ⁷ F02C9/00, F01D21/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl. ⁷ F02C9/00, F01D21/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2004年
日本国実用新案登録公報	1996-2004年
日本国登録実用新案公報	1994-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)
WPI

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y A	J P 1-240739 A (株式会社東芝) 1989. 09. 26, 第2頁左下欄第12行-第3頁右下欄第5行, 第1-4図 (ファミリーなし)	4 1-3, 5-7
Y A	J P 8-110050 A (株式会社東芝) 1996. 04. 30, 段落【0077】-【0096】, 第9-10図 (ファミリーなし)	4 1-3, 5-7

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日
07. 02. 2005

国際調査報告の発送日
22. 2. 2005

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁 (ISA/J P)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)
藤原 直欣

3 T 3 4 2 7

電話番号 03-3581-1101 内線 3393

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P 2002-309963 A (三菱重工業株式会社) 2002. 10. 23, 段落【0021】-【0047】, 第1-7図	4
A	&US 2002/149485 A &EP 1251258 A2 &CA 2376582 A	1-3, 5-7
A	J P 4-203808 A (株式会社日立製作所) 1992. 07. 24, 第3頁左下欄第19行-右上欄第2行 &US 5461855 A1 &EP 488766 A1 &DE 69108525 C	1-7
A	J P 63-248903 A (株式会社日立製作所) 1988. 10. 17, 第2頁右上欄第1行-第3頁左上欄第7行, 第1-5図 (ファミリーなし)	1-7